

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет» (НИУ)
Факультет «Машиностроения»
Кафедра «Гидравлика и гидропневмосистемы»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА
Рецензент

_____ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой

_____ 2019 г.

Разработка гидравлического стенда для испытания строп
(НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМЫ)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.04.02.2019.254 ПЗ ВКР

Нормоконтролер, доцент к.т.н.
_____ А.В. Подзерко
_____ 2019 г.

Руководитель ВКР, к.т.н., доц.
_____ Е.К. Спиридонов
_____ 2019 г.

Автор ВКР
студент группы П-266
_____ М.Н. Токарева
_____ 2019 г.

АНОТАЦИЯ

Токарева М.Н. Разработка гидравлического стенда для испытания строп. Челябинск: ЮУрГУ, П-266; 2019, 46 с., 12 ил., библиогр. список – 19 наим.,

В данной дипломной работе разработан гидравлический стенд для испытания строп.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка гидравлического стенда для испытания строп.

Для достижения поставленной цели были сформулированы задачи:

1. Провести анализ существующих конструкций.
2. Разработать гидравлическую схему.
3. Рассчитать и подобрать гидрооборудование.
4. Рассчитать металлоконструкцию.

					150402.2019.254.ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Токарева М.Н.			Разработка гидравлического стенда для испытания строп	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Спирidonов					2	46
<i>Реценз.</i>						ЮУрГУ Кафедра ГиГПС		
<i>Н. Контр.</i>		Подзерко						
<i>Утверд.</i>								

ОГЛАВЛЕНИЕ

Задание.....	5
Календарный план.....	6
Введение.....	7
1. Стропы. Разновидности и маркировка.....	8
2. Анализ существующих стендов для испытания строп, их технических характеристик.....	11
3. Описание гидравлической схемы и принципа работы гидродвигателя....	16
4. Расчет и подбор гидрооборудования.....	18
4.1 Расчет конструктивных параметров гидроцилиндров.....	18
4.2 Выбор насоса.....	21
4.3 Расчет скорости жидкости и диаметра трубопровода	22
4.4 Выбор электродвигателя	23
4.5 Выбор рабочей жидкости.....	23
4.6 Выбор распределителя.....	24
4.7 Выбор редуционного клапана.....	25
4.8 Выбор обратного клапана.....	25
4.9 Выбор манометра.....	26
4.10 Выбор предохранительного клапана.....	26
4.11 Выбор фильтра.....	27
4.12 Определение гидравлических потерь.....	27
4.13 Расчет объема гидробака.....	28
5. Конструкция стенда.....	29
6. Расчет элементов конструкции стенда.....	30
6.1 Рама.....	30
6.2 Ось каретки.....	32
6.3 Соединение оси каретки с кареткой.....	33
6.4 Палец.....	34
6.5 Палец-держатель гидроцилиндра.....	35

					<i>15.04.02.2019.254.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

7. Охрана труда и техника безопасности.....	37
7.1 Общие требования.....	37
7.2 Требования по охране труда перед началом проведения испытания...	37
7.3 Требования по охране труда во время проведения испытания.....	37
7.4 Требования по охране труда после проведения испытаний.....	37
7.5 Требования по охране труда в аварийных ситуациях.....	38
8 Техническое обслуживание.....	38
Заключение.....	44
Библиографический список.....	45

ВЕДЕНИЕ

Стропы широко применяются в строительстве, на металлургических, машиностроительных, нефтехимических заводах, а также в складском хозяйстве и портах. Везде, где требуется транспортировка громоздких и тяжелых грузов. Используются при ремонтных, погрузочных, монтажных, демонтажных, работах. Вне зависимости от сферы применения, стропы должны пройти испытания, быть сертифицированы и соответствовать государственным стандартам.

Испытывают стропы на стендах. Важным элементом стенда для испытания строп является гидравлическая система.

Гидросистема должна обеспечивать:

- возможность удобного и безопасного заполнения и слива рабочей жидкости без попадания ее на землю и возможность удаления воздуха из гидросистемы.

- полное удаление рабочей жидкости при ремонте и загрязнении.

- исключать возможность: повреждения гидравлического оборудования; повреждения трубопроводов.

Также не мало важным элементом стенда является рама, подвижная и не подвижная каретка.

					15.04.02.2019.254.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1. Стропы. Разновидности и маркировка.

Строп — это приспособление предназначенное для удобного, безопасного, быстрого подъёма и перемещения груза. Представляют собой отрезки канатов или цепей определенного размера, снабженные навесными и грузозахватными концевыми элементами или соединённые в кольца, которые предназначены для обвязки, крепления и навешивания груза к грузоподъёмному механизму и обеспечивают быстрое, удобное, надежное и безопасное закрепление грузов.

Виды строп:

1. Текстильные. Используются в промышленных и бытовых сферах. Материалом является высокопрочный полиэстер. Основные достоинства: малый вес, бережное обращение с грузом за счет эластичности и гибкости, после растяжения принимают первоначальную форму, простота эксплуатации, отсутствие металлических элементов.



Рисунок-1.

Обозначение текстильных стропов

1СТ, 2СТ, 3СТ, 4СТ – одно-, двух-, трех- и четырехветвевые;

СТК – кольцевые;

СТП – петлевые.

Одним из основных элементов маркировки текстильных строп является их цвет. Цвет указывает на предельную грузоподъемность приспособления: Фиолетовый – до 1000 кг; Зелёный — до 2000 кг; Жёлтый — до 3000 кг; Серый

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.04.02.2019.254.ПЗ				

—до 4000 кг; Красный — до 5000 кг; Коричневый —до 6000 кг; Синий — до 8000 кг; Оранжевый — до 10000 кг.

2 - Канатные. Используются для перемещения грузов в буксировки. Изготавливаются из отрезка стального каната. Основные достоинства: прочность и относительная долговечность, универсальность.



Рисунок-2.

Обозначение канатных стропов

На первом месте в аббревиатуре обозначения петлевых и кольцевых тросов стоят буквы обозначающие их наименование:

ВК — ветвь канатная;

СК — строп из круглопрядного каната.

Следующая буква, обозначает тип стропа

П — петлевой.

К — кольцевой.

Затем следует число, обозначающее грузоподъемность стропа в тоннах и число, соответствующее длине стропа в миллиметрах.

Затем идут буквы, обозначающие исполнение изделия:

Пл — плоский стальной канат;

Вс — с синтетическими нитями;

Вк — комбинированный;

Вт — витой;

Во — волокнистый с органическими нитями;

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.04.02.2019.254.ПЗ				

2. Анализ существующих стендов для испытания строп, их технических характеристик.

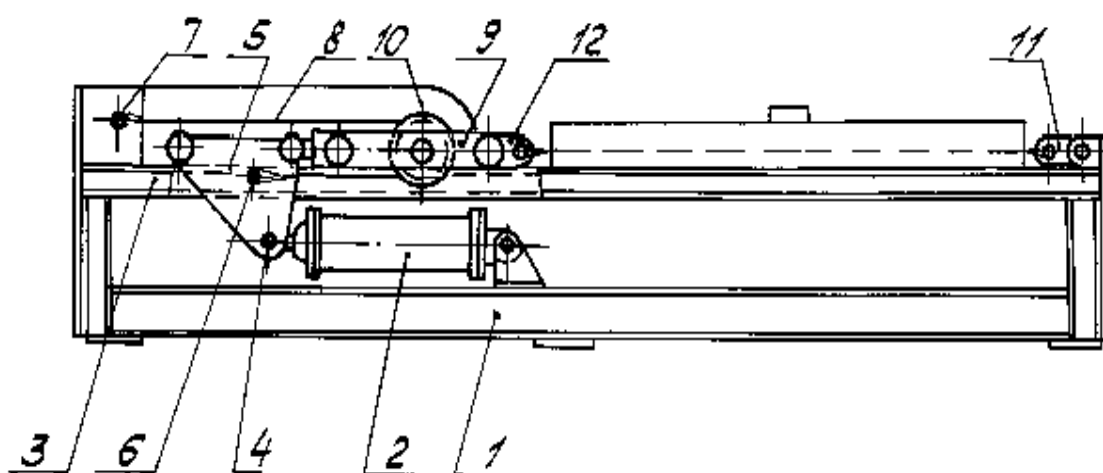
После того как стропы были изготовлены их испытывают нагрузкой, превышающей номинальную грузоподъёмность. Время выдержки под нагрузкой зависит от изготовления (серийное, индивидуальное). Строп считают прошедшим испытание если нет повреждений на внешних поверхностях каната, ленты или цепи, отсутствие трещин, деформации ветвей, крепежных петель. Испытания строп проводятся по ГОСТ 25573-82.

Испытание строп проводят на специальном стенде, оборудованном рамой, гидроцилиндром, подвижным и не подвижным блоком, защитой.

Рассмотри некоторые из них.

Испытательный стенд 1.

Основным элементом стенда является рама 1. На ней смонтирован силовой гидроцилиндр 2, работающий от насосной станции 14. На раме в проушинах фиксируется испытуемый строп, и закрывается кожухом 13. Подвижная каретка 9 с блоком 10 передвигается возвратно поступательно, по направляющим 3 рамы 1, каретка 9 кинематически связана канатом 8 одним концом непосредственно с рамой 1, а другим концом с кронштейном 5, установленным с возможностью передвижения также по направляющим 3 рамы 1 от силового цилиндра 2. [3]



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.04.02.2019.254.ПЗ

Лист

11

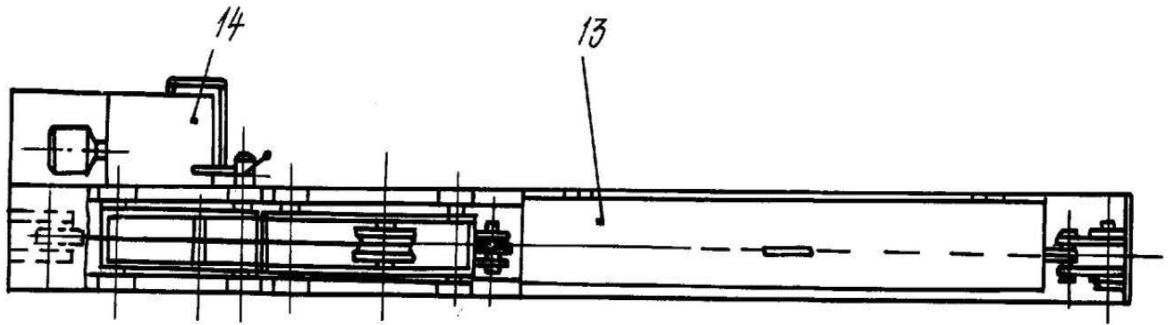


Рисунок- 4 схема испытательного стенда

1- рама; 2 - силовой цилиндр; 3 - направляющие рамы; 4 - палец; 5 - кронштейн; 6,7- палец; 8 – канат; 9 -каретка; 10 – блок; 11,12 – проушина; 13 - кожух; 14 – насосная станция.

Достоинства:

- 1) Снижение давление в сети при сохранении разрывного усилия.

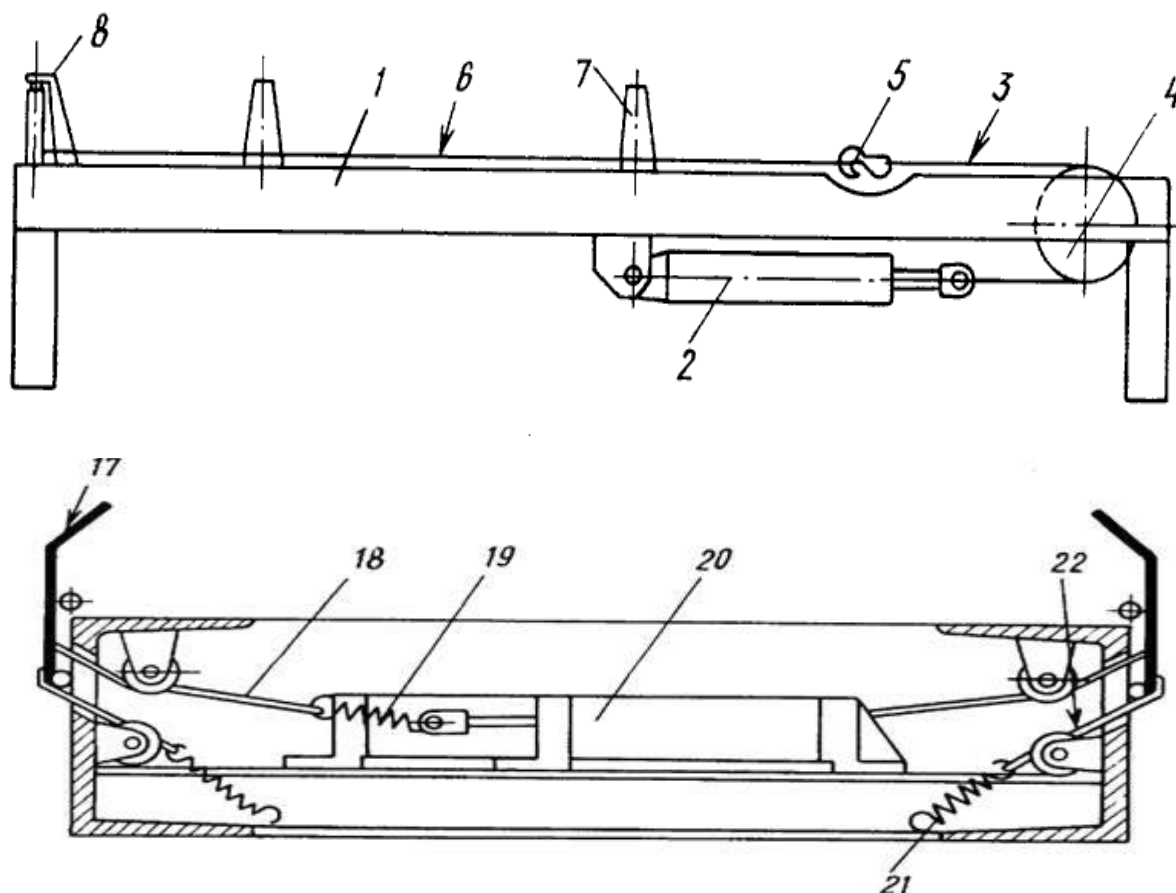
Недостатки:

- 2) Сложность конструкции компенсирующего приспособления.

					15.04.02.2019.254.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Испытательный стенд 3

Стенд состоит из станины 1, на которой установлен гидроцилиндр 2, шток которого через трос 3 и блок 4 передает усилие на формообразующий подвижной элемент 5, воздействующий на проволочный строп 6. На станине смонтированы держатели строп, выполненные в виде боковых роликов 7 и натяжного ролика-держателя 8. Последний с помощью шарикоподшипников 9 установлен на оси 10, верхний конец которой закреплен с возможностью угловых перемещений на тороидальной поверхности опоры 11, а нижний конец оси шарнирно соединен с ползуном 12, подпружиненный пружиной 13. В последнюю упирается винт 14. Корпус 15 опоры 11 снабжен конечным переключателем 16, который контактирует с натяжным роликом держателем 8. Вдоль станины 1 установлены защитные щиты 17, которые через тросы 18 и пружины 19 связаны со штоком силовых цилиндров 20 защитных устройств. Пружины 21 связаны с защитными щитами 17 через тросы 22. [5]



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.04.02.2019.254.ПЗ

Лист

14

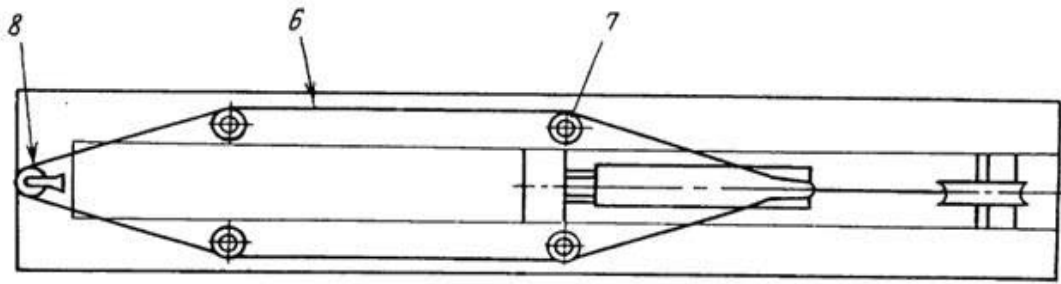


Рисунок – 6 схема испытательного стенда.

1 – станина; 2 – цилиндр; 3 -трос; 4 - блок; 6 - проволочный строп; 7 – ролики боковые; 8 – ролик держателя; 9 – шарикоподшипник; 10 – ось; 11 – опора; 12 – ползун; 13 – пружина; 14 – винт; 15 – корпус; 16 – переключатель; 17 – щит; 18 – тросы; 19 – пружина центральная; 20 – цилиндр; 21 – пружина нижняя; 22 – трос.

Достоинства:

- 1) Надежность конструкции.
- 2) Исключение соскальзывания стропа.

Недостатки:

- 1) Сложность конструкции.
- 2) Испытывать только канатные стропы.

На основе анализа стендов, их достоинств и недостатков, мною разработана гидравлическая схема стенда и его конструкция.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.04.02.2019.254.ПЗ

Лист

15

3. Описание гидравлической схемы и принципа работы гидродвигателя.

Гидравлическая схема испытательного стенда приведена на рисунке 7. Схема состоит из двух гидроцилиндров, редукционного клапана, трехпозиционного гидрораспределителя, гидромотора, предохранительного клапана, бака и фильтра.

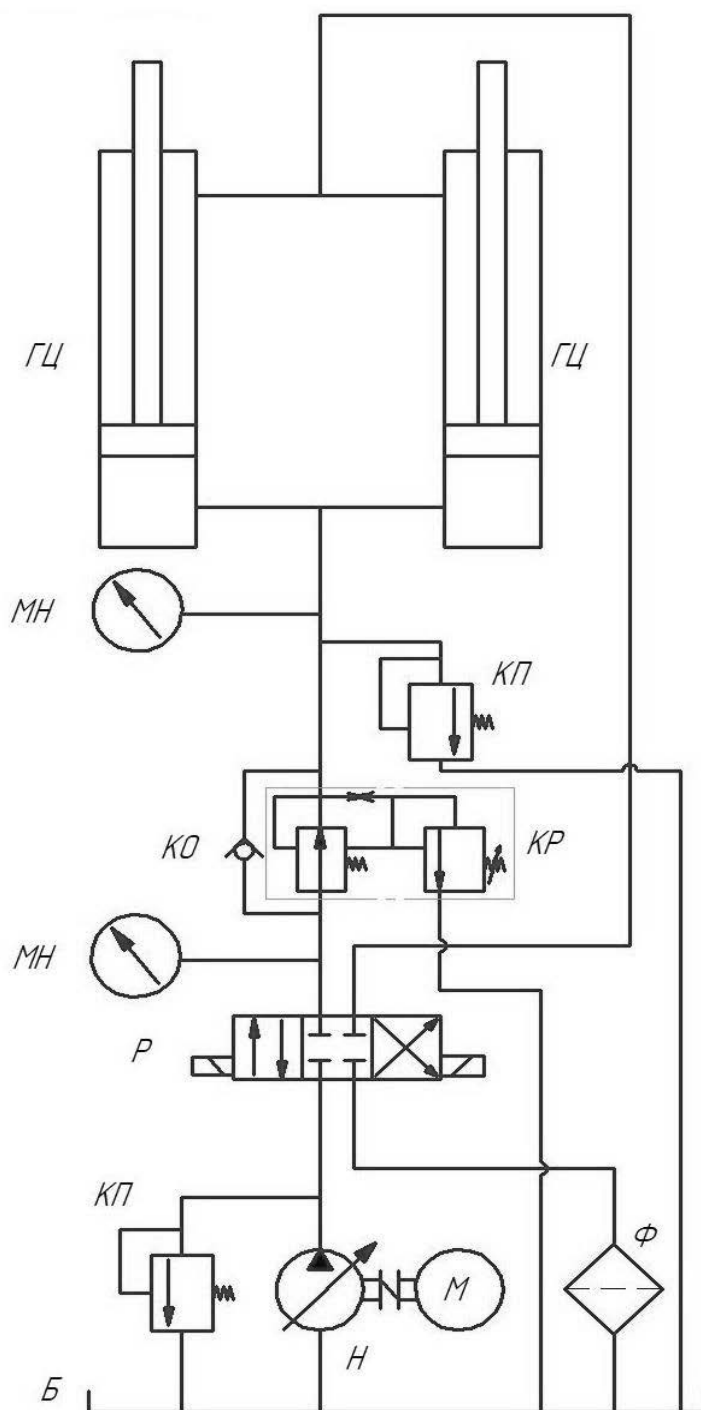


Рисунок-7 Гидравлическая схема стенда.

ГЦ – гидроцилиндр

МН – манометр

КО – клапан обратный

КР – клапан редукционный

Р – распределитель

КП – клапан предохранительный

Н – насос

Ф – фильтр

Б - бак

Принцип работы гидропривода заключается в следующем. Из бака гидромотором подается рабочая жидкость к гидрораспределителю. Нейтральное положение золотника гидрораспределителя при работающем гидромоторе на участке трубопровода между насосом и распределителем приводит к увеличению давления, срабатывает предохранительный клапан и жидкость поступает обратно в бак. Крайнее положение золотника (нижняя позиция на схеме) открываются проходные сечения в гидрораспределителя, и жидкость поступает в поршневые полости гидроцилиндров. Значения фактической нагрузки определяется по манометру подключенному к гидролинии после редукционного клапана.. Из штоковой полости гидроцилиндров масло по гидролинии слива проходит через гидрораспределитель очищаясь фильтром, попадает на слив в бак. В зависимости от испытания редукционным клапаном регулируется давление в полостях цилиндров. Значение нагрузки перед редукционным клапаном определяется по манометру. Обратное движения штоков осуществляется путем переключения позиций гидрораспределителя. При обратном движении штоков без нагрузки их скорость не регулируется и зависит от расхода рабочей жидкости в штоковые полости. При аварийной остановке штоков (например, непреодолимое усилие) открывается предохранительный клапан, так как в давление в системе увеличивается.

					15.04.02.2019.254.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

4. Расчет и подбор гидрооборудования

4.1 Расчет конструктивных параметров гидроцилиндров.

Диаметр гидроцилиндра при работе на выдвижения штока определяется по формуле (1).

$$D = \sqrt{\frac{4F}{0,85 \cdot \pi P}} \quad (1)$$

Где, F – нагрузка на шток, которая определяется по формуле: $F = \frac{Q}{n}$

P- номинальное давление, Па;

Q – максимальная нагрузка, кН;

n – количество цилиндров.

$$F = \frac{500000}{2} = 250000 \text{ Н} = 25 \text{ кН}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 250000}{0,85 \cdot 3,14 \cdot 20}} = 137 \text{ мм}$$

Принимаем стандартный диаметр поршня D=140 мм. Выбираем по справочнику [13] гидроцилиндр КГЦ491.140-90-1000.

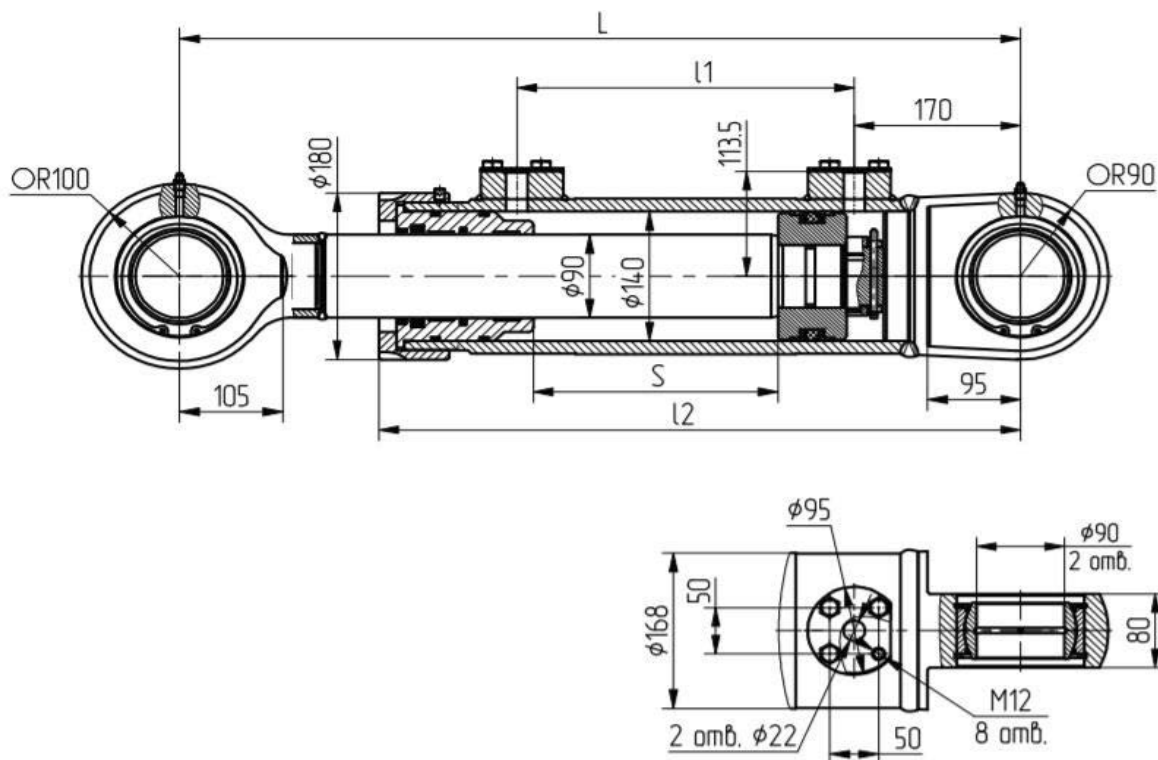


Рисунок -8. Гидроцилиндр КГЦ491.140-90-1000

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.04.02.2019.254.ПЗ

Лист

18

Габаритные и присоединительные размеры представлены в таблице 1.

Таблица 1 Габаритные и присоединительные размеры гидроцилиндра.

Размеры, мм					
S		L		11	12
Номинал	Предельные откл.	Номинал	Предельные откл.		
1000	+4	1600	±2	1095	1406

Определяем расход жидкости, поступающей в полость гидроцилиндра.

$$Q_{ц} = v_{пр} \frac{\pi D^2}{4} \quad (2)$$

где $v_{пр}$ - скорость перемещения поршня

Скорость перемещения поршня по формуле:

$$v_{пр} = \frac{S}{t_p}$$

где t_p - время рабочего хода;

S – ход поршня

$$v_{пр} = \frac{1}{40} = 0,025 \text{ м/с}$$

$$Q_{ц} = 0,025 \frac{3,14 \cdot 0,14^2}{4} = 0,000415 \text{ м}^3/\text{с} = 25 \text{ л/мин}$$

Расчет штока на устойчивость

Вычисляем минимальный радиус инерции поперечного сечения стержня:

$$i = \sqrt{\frac{\pi \cdot 4 \cdot d^4}{\pi \cdot 64 \cdot d^2}} = \sqrt{\frac{d^2}{16}} = 0,25 \cdot d \quad (5)$$

Поскольку шток гидроцилиндра жестко закреплен в поршне и имеет направляющую, то коэффициент приведения длины $\mu = 0,5$.

$$i = 0,25 \cdot 90 = 22,5 \text{ мм.}$$

Значение гибкости стержня определяется как:

					15.04.02.2019.254.ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$n = \frac{250}{37} = 6$$

где $[\sigma]$ – допустимое напряжение, для Стали 40Х III $[\sigma]=250$ МПа.

Штоки гидроцилиндров не разрушатся при данной нагрузке, так как напряжение в сечении меньше допустимого. Также штоки не потеряют устойчивость раньше разрушения, так как они имеют малую гибкость.

Расчет на сжатие

На шток может действовать максимальное напряжение:

$$\sigma_{max} = \frac{P_{max} S_{п}}{S_{ш}} = 38 \text{ МПа}$$

Запас прочности для Стали 40Х:

$$n = \frac{[\sigma]}{\sigma_{max}} = \frac{250}{38} = 6$$

Шток выдержит прикладываемые к нему нагрузки.

4.2 Выбор насоса.

Насос выбирается по максимальному расходу.

$$Q_{н} \geq 2 * Q_{ц} = 2 \cdot 25 = 50 \text{ л/мин}$$

Определим рабочий объём насоса

$$q = \frac{Q_{н}}{n \eta_0} \quad (7)$$

Где η_0 - КПД насоса объемный;

n - частота вращения ротора насоса.

$$q = \frac{50}{1000 \cdot 0,9} = 0,055 \text{ л} = 55 \text{ см}^3$$

Выбираем по рассчитанным параметрам регулируемый по давлению аксиально-поршневой насос с наклонным диском A4VG56HD1 [13].

Технические данные гидронасоса представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Изготовитель	$V_0, \text{ см}^3$	$p, \text{ МПа}$	$n_{\min} (n_{\max}), \text{ МИН}^{-1}$
--------------	---------------------	------------------	---

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.04.02.2019.254.ПЗ					21

Rexroth	56	30	max 2400
---------	----	----	----------

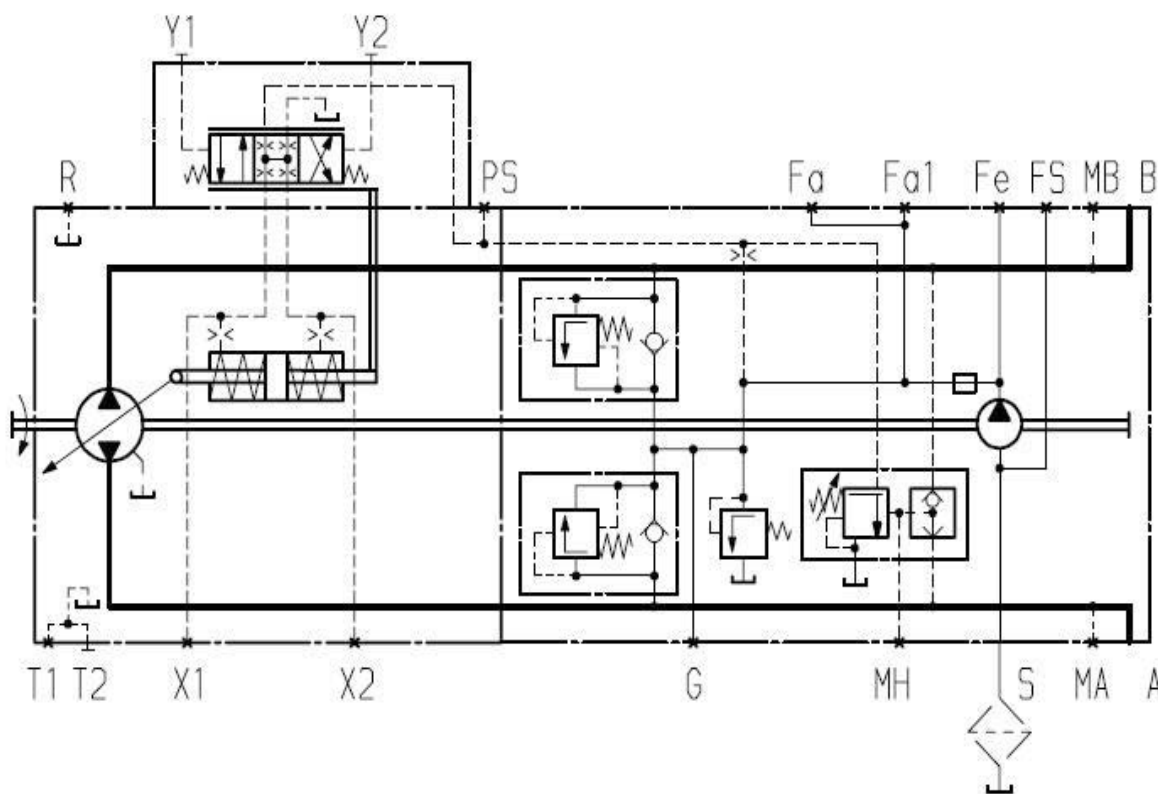


Рисунок -10 Схема насоса

4.3 Расчет скорости жидкости и диаметра трубопровода.

Определяем внутренний диаметр труб.

$$Q = \frac{v_{РЖ} \pi d_T^2}{4} \quad (4)$$

Где d_T внутренний диаметр трубопроводов

$$d_T = \sqrt{\frac{4Q_{ц}}{\pi v_{РЖ}}} \quad (5)$$

Полученное значение округляем до значения рекомендуемого ГОСТ 16516-80. Диаметры трубопровода приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Диаметры трубопроводов.

										Лист
										22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.04.02.2019.254.ПЗ					

Линия	Допуск. скорость $v_{РЖ}$, м/с	Макс. расход Q , м ³ /с	Диаметр d	
			Расчетный, мм	Принятый, мм
Всасывающая	1,4	0,00083	27	32
Напорная	5	0,00041	9	10
Сливная	2	0,00024	11	12

Определив диаметр трубопровода уточняем среднюю скорость движения жидкости

$$v_{РЖ} = \frac{4Q_{max}}{\pi d_T^2} \quad (6)$$

Таблица 4 – Уточненная средняя скорость движения жидкости.

Всасывающая линия	1,1 м/с
Напорная линия	5,2 м/с
Сливная линия	2,1 м/с

В гидро приводах применяют стальные бесшовные холоднодеформированные трубы по ГОСТ 8734–75, в качестве жестких трубопроводов.

4.4 Выбор электродвигателя.

Определим мощность электродвигателя по формуле:

$$P_{дв} = \frac{P_n \cdot Q_n}{60000 \cdot \eta_n} \quad (8)$$

Где, η_n -КПД насоса;

Q_n – производительность насоса, л/мин;

P_n – давление развиваемое насосом, МПа.

$$P_{дв} = \frac{30 \cdot 10^6 \cdot 50}{60000 \cdot 0,91} = 27,4 \text{ кВт}$$

Подбираем асинхронный трехфазный электродвигатель АИР 180 М4.

Технические данные электродвигателя представлены в таблице 4.

Таблица 4.

					15.04.02.2019.254.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Мощность электродвигателя, кВт	Частота вращения, Об/мин	Масса, кг
30	1500	165

4.5 Выбор рабочей жидкости.

Рабочая жидкость является энергоносителем, передающим механическую энергию от насоса к приводимому в движение гидродвигателю. Также рабочая жидкость выступает в качестве смазки подвижных частей гидропривода. В процессе работы гидросистемы рабочая жидкость подвергается различным силовым, температурным и кинематическим воздействиям.

Выбор марки рабочей жидкости производится по следующим параметрам:

- 1) условиях эксплуатации и хранения сохранение своих свойств;
- 2) устойчивость при нагреве и большой срок службы;
- 3) давление рабочей жидкости в гидроприводе;
- 4) температура окружающей среды;
- 5) максимальная температура, установившаяся в процессе работы;
- 6) характеристики применяемых материалов;
- 7) хорошая смазывающая способность;
- 8) допустимая эксплуатация гидросистемы без замены масла.
- 9) допустимая загрязненность рабочей жидкости в процессе эксплуатации;
- 10) стоимость рабочей жидкости и ее доступность.
- 11) трудоемкость замены.

При выборе рабочей жидкости также необходимо учитывать следующие характеристики: огнестойкость, большой модуль упругости, высокая температура кипения, теплопроводность, удельная теплоемкость, оптимальная вязкость, сопротивляемость к вспениванию, отсутствие резкого запаха.

Характеристики масла ВМГ-3 (ГОСТ 17479.3-85)

Цвет темно-янтарный

Класс вязкости -15

					15.04.02.2019.254.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Температура воспламенения - +135°C

Коэффициент вязкости ≥ 160

Кинематическая вязкость при +50°C – 10 м²/с

Кинематическая вязкость при -40°C – 1500 м²/с

4.6 Выбор распределителя

Гидрораспределитель – это оборудование, предназначенное для регулировки потока рабочей жидкости методом закрытия и открытия сечения. Гидрораспределитель в зависимости от гидросхемы позволяет реверсировать движение рабочих органов, останавливать.

Подбираем трехпозиционный распределитель с электрическим управлением 17WE10-3X/115C111N9K4/F12 [14]. Технические данные распределителя представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Технические данные распределителя.

Проход условный	Потери давления	Расход максимальный	Максимальны е утечки	Давление номинальное
$d_y=10$ мм	$\Delta P=0,1$ МПа	$Q_{max}=100$ л/мин	$Q_{ут}=0,2$ л/мин	$P_n=32$ МПа

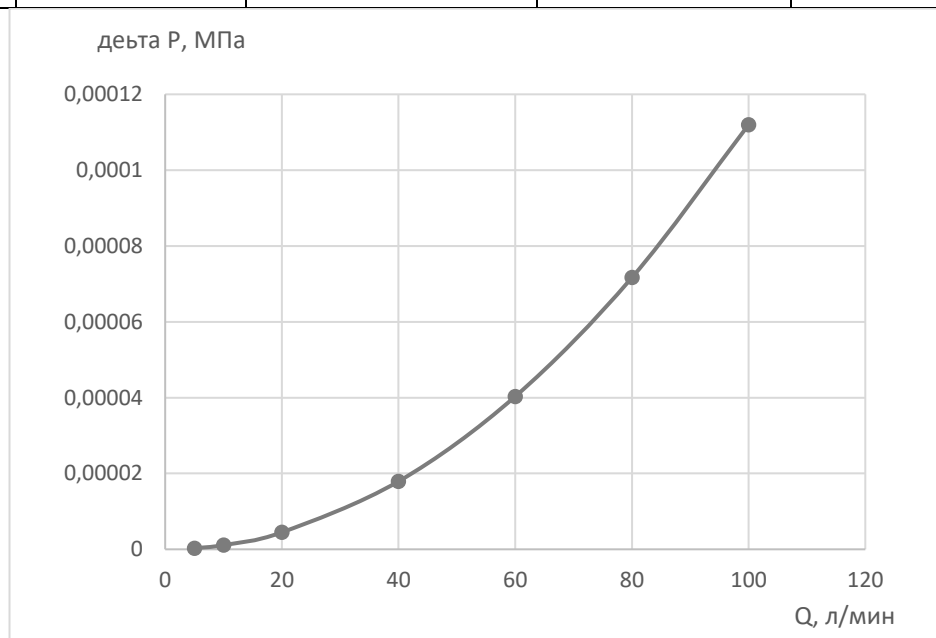


Рисунок-11 Характеристика распределителя.

4.7 Выбор редукционного клапана

Редукционные клапаны служат для дросселирования потока рабочей жидкости с целью поддержания в отдельных участках гидросистемы установившегося пониженного давления по сравнению с давлением в напорной линии.

Выбираем редукционный клапан МКРВ-10/3С2Р2.

Технические данные редукционного клапана представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Технические данные гидродросселя.

Изготовитель	P_{\max} , МПа	Q_{\max} , л/мин
ГПОГ	32	160

4.8 Выбор обратного клапана

Обратный клапан предназначен для предотвращения обратного потока жидкости, пропуская поток в одном направлении.

Подбираем обратный клапан КОМ10/3 [14].

Технические данные обратного клапана представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Технические данные обратного клапана.

D_y , мм	p_{\max} , МПа	$p_{\text{откр}}$, МПа	Q_{\max} , л/мин
10	35	0,3	130

4.9 Выбор манометра

Манометр предназначен для измерения давления. Рабочее давление манометра не должно превышать предела измерения $3/4$, также не рекомендуется резко сбрасывать и увеличивать давление.

Подбираем манометр МПЗ-У [15].

Технические данные представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Технические данные манометра.

Верхний предел	Класс точности
От 0 до 0,6...1600	1;1,5

4.10 Выбор предохранительного клапана

										Лист
										25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.04.02.2019.254.ПЗ					

Предохранительный клапан – это устройство, предназначенное для защиты системы от повышенного давления, которое может привести к разрушению или повреждению ее элементов.

Подбираем клапан с электроуправлением для разгрузки насоса нормально открытый МКПВ–10/1С3П1.УХЛ4 по ТУ2–053–1737–85 [14].

Технические данные предохранительного клапана представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические данные предохранительного клапана.

Давление номинальное	Расход максимальный	Утечки максимальные	Проход условный
$P_H=30$ МПа	$Q_{max}=160$ л/мин	$Q_{ут}=0,15$ л/мин	$d_y=10$ мм

4.11 Выбор фильтра

Фильтр предназначен для очистки рабочей жидкости от посторонних частиц, попадающих в гидросистему в процессе заливки и доливки рабочей жидкости в гидробак, через зазоры в уплотнениях, также из продуктов окисления и износа гидроаппаратуры.

Подбираем фильтр RFBN/HC0160G10D1.X/L24 фирмы Rexroth. [15].
Технические данные распределителя представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Технические данные распределителя.

Давление номинальное	Расход номинальный	Тонкость фильтрации номинальная	Перепад давления номинальный
$P_H=3$ МПа	$Q_{max}=160$ л/мин	$Q_{ут}=0,15$ л/мин	$d_y=10$ мм

4.12 Определение гидравлических потерь

Потери давления в гидрролинии слагаются из потерь в гидроаппаратуре Δp_r , потерь на гидравлическое трение $\Delta p_{тр}$, потерь на местное сопротивление Δp_m .

$$\Delta p = \sum \Delta p_r + \sum \Delta p_{тр} + \sum \Delta p_m \quad (7)$$

Потери давления на трение

Примем $K_{mp} = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ и $K_{\delta} = 8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$, тогда

$$S_{\text{пов}} \geq \frac{7,5 \cdot 10^3}{12 \cdot 8 \cdot 35} = 2,2 \text{ м}^2$$

Пренебрегаем объемом масла обратного клапана и гидрораспределителя.

Определим общий объём

$$V = V_{\text{труб}} + V_{\text{ГЦ}} + V_{\text{Н}} + V_{\text{Ф}} = 3 + (15 \cdot 2) + 0,05 + 0,02 = 33,1 \text{ л.}$$

Тогда объём бака равен

$$V_{\delta} = 3V = 3 \cdot 33,1 = 99,3 \text{ л}$$

Округляя его значения объема по ГОСТ 12448-80 примем стандартный объем бака $V_{\delta} = 100$ литров.

					<i>15.04.02.2019.254.ПЗ</i>	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5. Конструкция стенда

Стенд состоит из сварной рамы поз. 1, в которую встроены два гидроцилиндра, жесткой сцепки цилиндров поз 3, подвижной каретки поз. 2 и защитных щитов поз. 5. Испытуемое изделие одним концом закрепляется с помощью скобы, расположенной на подвижной каретке, вторым - в скобу жесткой сцепки поз. 3. Подвижная каретка поз. 2 под действием гидроцилиндров передвигается по раме. При проведении испытаний СГП, каретка должна быть закреплена с помощью фиксирующих пальцев поз. 6.

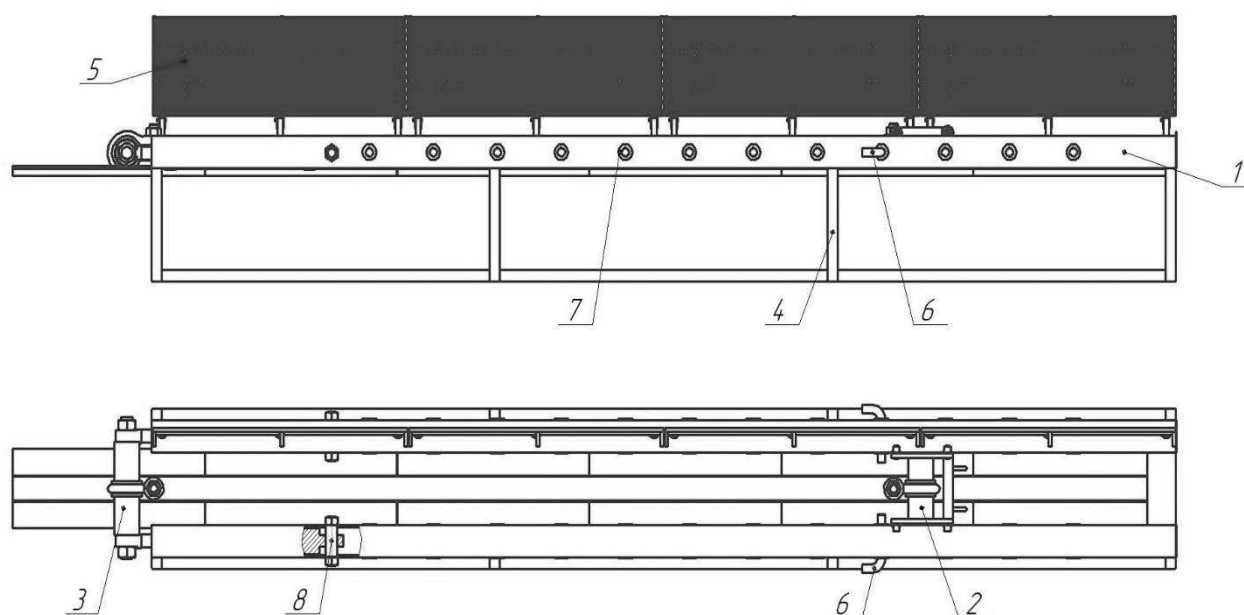


Рисунок 12 – Общий вид конструкции стенда.

- 1 - рама, 2 - подвижная каретка, 3 – жесткая сцепка цилиндров, 4 – опора,
5 – защитный щит, 6 – палец для фиксации подвижной каретки,
7 – накладка, 8 – палец фиксирующий цилиндр.

6. Расчет элементов конструкции стенда.

6.1 Рама.

1) Выберем в качестве балки Труба $\frac{220 \times 16 \text{ ГОСТ } 8639-82}{\text{Ст } 3 \text{ ГОСТ } 380-2005}$, длиной 8000 мм.

Проверочный расчет

Гибкость балки определяется по формуле

$$\lambda = \frac{l}{r_{\text{ин}}} \quad (13)$$

l – длина балки, см;

$r_{\text{ин}}$ – радиус инерции, см.

Радиус инерции выбираем по ГОСТ 8639-82.

$$\lambda = \frac{800}{8,08} = 99 \text{ см}$$

Проверяем балку на устойчивость по формуле:

$$\frac{Q}{2F \cdot \varphi} \leq R \quad (14)$$

Где, Q – сжимающие усилие, Н;

F – площадь сечения балки, м^2 ;

φ – коэффициент продольного изгиба;

R – расчетное сопротивление, МПа.

Коэффициент продольного изгиба определяется по гибкости, для $\lambda = 99 \text{ см}$, $\varphi = 0,606$.

Расчетное сопротивление R , для Ст3 210 МПа.

$$\frac{500000}{2 \cdot 0,012 \cdot 0,606} = 34 \text{ МПа}$$

Коэффициент запаса $K_3=6$.

2) Отверстие под стопорный палец

Напряжение среза определяется по формуле:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{Q}{4D \cdot S} \quad (15)$$

Где, D – диаметр отверстия, м;

S – площадь контактной поверхности, см^2

									Лист	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.04.02.2019.254.ПЗ					32

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{500000}{4 \cdot 0,04 \cdot 0,015} = 208 \text{ МПа}$$

Коэффициент запаса $K_3=1,2$.

$$1,2 < 1,6$$

Необходимо приварить дополнительные накладки, на внешней стороне трубы.

Выберем накладки из Лист $\frac{8 \text{ ГОСТ } 19903-74}{\text{ст3сп5 ГОСТ } 14637-89}$.

Напряжение среза определяется по формуле:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{Q}{4D \cdot (S + S_{\text{н}})} \quad (16)$$

Где, D – диаметр отверстия, м;

S – площадь контактной поверхности, см^2

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{500000}{4 \cdot 0,04 \cdot (0,015 + 0,008)} = 135 \text{ МПа}$$

Коэффициент запаса $K_3=2$.

6.2 Ось каретки.

В качестве оси каретки Круг $\frac{120 \text{ ГОСТ } 2590-88}{40X \text{ ГОСТ } 4543-71}$, длиной 500 мм.

Проверочный расчет

Находим изгибающий момент в оси

$$M_{\text{п}} = \frac{Ql}{4} \quad (17)$$

Где, Q – изгибающее усилие, Н;

l – длина оси, м.

$$M_{\text{п}} = \frac{500000 \cdot 0,5}{4} = 62500 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Изгиб поперечного сечения оси определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{M_{\text{п}}}{W_x} \quad (18)$$

Где, W_x – момент сопротивления.

										Лист
										33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.04.02.2019.254.ПЗ					

$$W_x = \frac{\pi d^3}{32}$$

Где, d- диаметр оси, мм

$$W_x = \frac{3,14 \cdot 0,12^3}{32} = 169,56 \text{ см}^3$$

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{62500}{169,56 \cdot 10^{-6}} = 36 \text{ МПа}$$

Напряжение среза определяется по формуле:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{Q}{S} \quad (20)$$

Где, S – площадь сечения оси, см².

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{500000}{113 \cdot 10^{-4}} = 4 \text{ МПа}$$

Эквивалентное напряжение определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{эКВ}} = \sqrt{3 \cdot \tau_{\text{ср}}^2 + \sigma_{\text{и}}^2} \quad (21)$$

$$\sigma_{\text{эКВ}} = \sqrt{3 \cdot 4^2 + 36^2} = 36,6 \text{ МПа}$$

Коэффициент запаса $K_3=7$.

6.3 Соединение оси каретки с кареткой.

Ось каретки вставляется во втулки каретки, которые варятся к опорам с роликами.

Расчет сварного шва по формуле:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{Q}{2\pi \cdot d_{\text{в}} \cdot k \cdot t_{\text{ст}}} \quad (22)$$

Где, $d_{\text{в}}$ - диаметр втулки, м;

k – коэффициент, учитывающий глубину провара.

$t_{\text{ст}}$ – толщина стенки, м.

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{500000}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,14 \cdot 0,7 \cdot 0,015} = 54 \text{ МПа}$$

Коэффициент запаса $K_3=2,5$.

6.4 Палец.

В качестве оси каретки Круг $\frac{40 \text{ ГОСТ } 2590-88}{40 \times \text{ГОСТ } 4543-71}$, длиной 72 мм.

Проверочный расчет

Находим изгибающий момент в пальце

$$M_{\text{п}} = \frac{Ql}{4} \quad (23)$$

Где, Q – изгибающее усилие, Н;

l – длина оси, м.

$$M_{\text{п}} = \frac{500000 \cdot 0,07}{4} = 8750 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Изгиб поперечного сечения оси определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{M_{\text{п}}}{W_x} \quad (24)$$

Где, W_x – момент сопротивления.

$$W_x = \frac{\pi d^3}{32}$$

Где, d- диаметр оси, мм

$$W_x = \frac{3,14 \cdot 0,04^3}{32} = 6,28 \text{ см}^3$$

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{8750}{6,28 \cdot 10^{-6}} = 69,6 \text{ МПа}$$

Напряжение среза определяется по формуле:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{Q}{2S} \quad (25)$$

Где, S – площадь сечения оси, см^2 .

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{500000}{2 \cdot 12,56 \cdot 10^{-4}} = 39 \text{ МПа}$$

Эквивалентное напряжение определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{эkv}} = \sqrt{3 \cdot \tau_{\text{ср}}^2 + \sigma_{\text{и}}^2}$$

$$\sigma_{\text{эkv}} = \sqrt{3 \cdot 39^2 + 69,6^2} = 97 \text{ МПа}$$

Коэффициент запаса $K_3=2,6$.

					15.04.02.2019.254.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

6.5 Палец-держатель гидроцилиндра.

В качестве оси каретки Круг $\frac{70 \text{ ГОСТ } 2590-88}{40 \times \text{ГОСТ } 4543-71}$, длиной 340 мм.

Проверочный расчет

Находим изгибающий момент в пальце

$$M_{\text{п}} = \frac{Ql}{8} \quad (26)$$

Где, Q – изгибающее усилие, Н;

l – длина оси, м.

$$M_{\text{п}} = \frac{500000 \cdot 0,34}{8} = 21250 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Изгиб поперечного сечения оси определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{M_{\text{п}}}{W_x} \quad (27)$$

Где, W_x – момент сопротивления.

$$W_x = \frac{\pi d^3}{32}$$

Где, d- диаметр оси, мм

$$W_x = \frac{3,14 \cdot 0,068^3}{32} = 30 \text{ см}^3$$

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{21250}{30 \cdot 10^{-6}} = 68,8 \text{ МПа}$$

Напряжение среза определяется по формуле:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{Q}{2S} \quad (28)$$

Где, S – площадь сечения оси, см^2 .

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{500000}{2 \cdot 36,32 \cdot 10^{-4}} = 68,2 \text{ МПа}$$

Эквивалентное напряжение определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{3 \cdot \tau_{\text{ср}}^2 + \sigma_{\text{и}}^2} \quad (29)$$

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{3 \cdot 68,8^2 + 68,2^2} = 137 \text{ МПа}$$

Коэффициент запаса $K_3=4$.

										Лист
										36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.04.02.2019.254.ПЗ

7. Охрана труда и техника безопасности

7.1 Общие требования.

К работе на стенде допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности, ознакомленные с устройством стенда и прошедшие медицинскую комиссию.

Работнику запрещается касаться корпусов включенных электродвигателей, электропроводки, гидрооборудованию, открывать защитную крышку во время проведения испытания.

Необходимость соблюдения правил внутреннего распорядка, запрещается распитие спиртных напитков. Должны соответствовать установленным нормам спецобувь, спецодежда, и другие средства индивидуальной защиты. Средства пожаротушения и аптечку необходимо иметь на рабочем месте. Необходимо знать и применять способы устранения опасностей и оказать помощь пострадавшему.

При несчастных случаях на производстве работник должен уметь оказывать доврачебную помощь пострадавшему.

7.2 Требования по охране труда перед началом проведения испытания.

1) Рама стенда, подвижная и не подвижная каретка не должна иметь трещин и других повреждений;

2) Должен быть исправным манометр рабочего давления гидравлического испытательного стенда;

3) Защитным экраном должна быть надежно ограждена рабочая зона,.

4) Не должны иметь повреждений гидравлические шланги, их необходимо надежно закреплять на штуцере.

5) Гидроцилиндр не должен пропускать рабочую жидкость.

7.3 Требования по охране труда во время проведения испытания.

1) Испытание СГП должно проводиться на исправном испытательном стенде.

					15.04.02.2019.254.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

3) Источник, вызвавший такую ситуацию, по возможности устранить и вызвать аварийные службы.

4) Сообщить о случившемся лицу, ответственному за безопасное производство работ.

5) О возникновении пожара сообщить руководству, вызвать пожарную охрану, приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения.

б) При несчастном случае, который произошел с работником или очевидцем которого он стал, работник обязан:

1. Оказать потерпевшему доврачебную помощь принять необходимые меры по оказанию потерпевшему медицинской помощи, используя препараты, находящиеся в аптечке;

2. При получении травмы на производстве немедленно обратиться в лечебное учреждение и сообщить о случившемся непосредственному руководителю.

					15.04.02.2019.254.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

удерживая его в заданном положении, по манометру проверяется давление настройки, которое должно отличаться от номинального не более чем на 0,5 МПа. При необходимости регулировки вращением регулировочного винта выполняется установка требуемого давления по шкале манометра. клапан демонтируется и заменяется если регулирование в заданных пределах невозможно.

Испытательный стенд должен проходить ежегодную аттестацию, подтверждающую его работоспособность.

Используемое масло - ВМГ-3 (ГОСТ 17479.3-85) требуется менять не реже чем 1 раз в 6 месяцев. Возможна замена масла на марку "Shell Tellus" или "Teboil". Используемый рабочий объем – 100 литров. (проверка уровня масла осуществляется щупом, входящим в комплект с насосной станцией).

Манометр должен проходить поверку в соответствии со сроками, установленными для данного типа оборудования (не реже чем 1 раз в 12 месяцев).

Не реже чем раз в 12 месяцев необходимо проводить поверку показаний манометра динамометром, определяющим усилие штоков гидроцилиндров при подаче масла в их поршневую полость.

Поверку проводить при помощи тарировочной таблицы 9.

Таблица 9 – Тарировочная таблица.

Усилие на штоках цилиндров, т	Расчетные показания по манометру, кгс/см ²
0,5	3,2
1	6,4
2	12,7
5	32
7,5	47,8
10	63,7

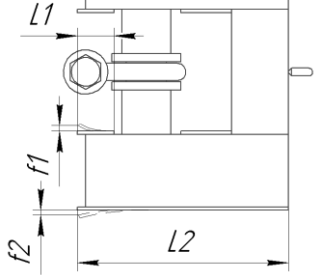
Усилие на штоках цилиндров, т	Расчетные показания по манометру, кгс/см ²
12,5	80
15	95,6
17,5	111,5
20	127,4
22,5	143,4
25	160
27,5	175
30	191

Процесс проверки показаний манометра динамометром происходит следующим образом. К подвижной и не подвижной каретке крепятся концевые элементы динамометра

Не допускается к работе испытательный стенд, имеющий дефекты, представленные в таблице 10.

Таблица 10 - Дефекты.

Наименование узла	Описание повреждения или дефекта	Предельно допустимая величина	Способ определения
Рама	Трещины в сварных швах и основном металле	Не допускаются	Внешний осмотр
	Уменьшение толщины элементов t на величину t_1 из-за коррозии	$t_1/t > 0,1$	Толщиномер
Накладка	Износ отверстий	Уменьшение площади поперечного сечения более 10%	Штангенциркуль
Подвижная каретка	Трещины в сварных швах и основном металле	Не допускаются	Внешний осмотр

Наименование узла	Описание повреждения или дефекта	Предельно допустимая величина	Способ определения
Подвижная каретка	Кривизна боковых фиксирующих пластин в вертикальной плоскости	 $f1/L1=0,01=5\text{мм}$ $f2/L2=0,001=5\text{мм}$	Штангенциркуль
Рукава высокого давления	Трещины на поверхности рукавов	Не допускается	Внешний осмотр
	Незатянутые резьбовые соединения	Не допускается	Вручную

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.04.02.2019.254.ПЗ

Лист

43

Заключение

В результат выполнения работы был проведен анализ существующих испытательных стендов. На основе анализа была разработана гидравлическая схема гидравлического привода испытательного стенда, выполнены проектировочные расчеты и определены подходящие компоненты системы. Также была рассчитана металлоконструкция стенда.

					15.04.02.2019.254.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

17. Матвеев В.В., Крупин Н.Ф. Примеры расчета такелажной оснастки: Учебное пособие. 4-е изд. перераб.и доп. Л: Стойиздат. 1987 – 320 с.
18. Челноков А.А. Охрана труда: учебник/ И.Н. Жмыхов, В.Н. Цап – Минск: Выш. шк., 2010. – 481 с.
19. Свешников В.К. Станочные гидроприводы: Справочник / -6е изд. перераб. и доп. Санкт-Петербург, Политехника, 2015 - 627с.

					15.04.02.2019.254.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46